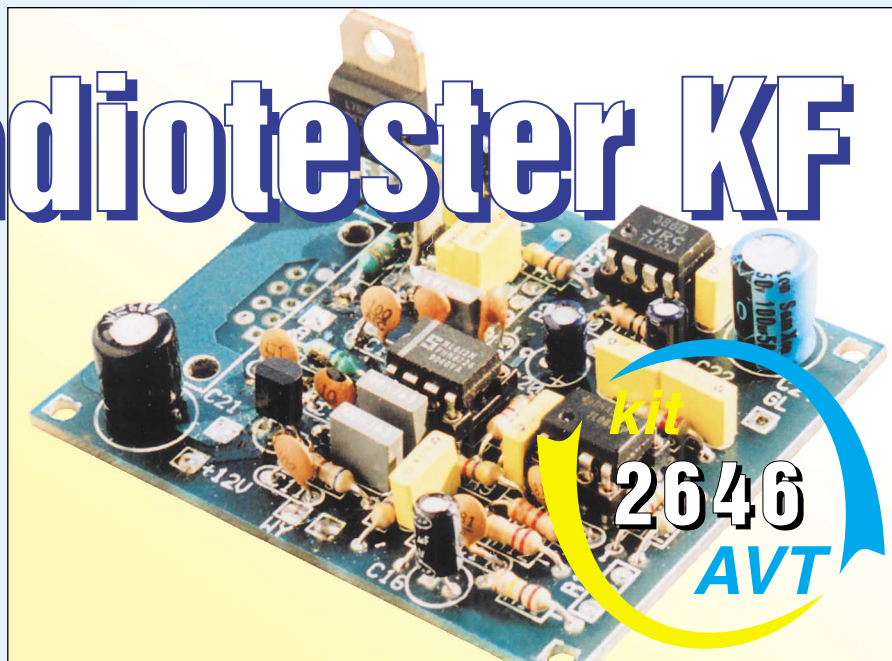




# Miniradiotester KF



## Do czego to służy?

Fabryczne radiotesty to urządzenia dość drogie i skomplikowane, które w praktyce mogą zastąpić kilka specjalizowanych przyrządów pomiarowych. Najprostsze z nich zawierają najczęściej, oprócz generatora w.cz., mierników częstotliwości i poziomu napięcia (mocy), także tor odbiornika radiowego z wymiennymi wkładkami pomiarowymi lub przełączanymi blokami na różne zakresy częstotliwości. Dzięki takim radiotestom można dokonywać sprawdzenia sprzętu radiokomunikacyjnego (odbiorników, nadajników, transceiverów...).

Najdroższe z takich urządzeń, przewyższające ceną dobrej klasy samochód, są wyposażone w wiele mniej lub bardziej przydatnych funkcji, w tym m.in. szerokopasmowe analizatory widma współpracujące z drukarkami lub portem RS232 komputera. Poznanie wszystkich funkcji pomiarowych takiego kombajnu wymaga czasu oraz wprawy, którą zdobywa się podczas prac pomiarowych czy serwisowych.

Autor długo zastanawiał się, czy proponowane urządzenie nazwać radiotestem, czy odbiornikiem KF, jednak w końcu pozostał przy pierwszej nazwie. Pomimo prostej konstrukcji, układ może spełnić rolę wielopasmowego testowego odbiornika KF umożliwiającego z szerokopasmową anteną odbiór sygnałów CW/SSB w zasadzie dowolnie wybranego zakresu KF, jak również dostarczenie sinusoidalnego sygnału w.cz. w takim samym zakresie, co odbiornik KF, a więc - w zależności od zastosowanych wkładek - od najniższych częstotliwości KF, czyli od 160m do 10m, tzn. od około 1,5MHz aż po 30MHz, a z nieco gorszym efektem do ponad 50MHz (6m), czy nawet inne zakresy VHF/UHF - z dodatkowym konwerterem.

Płytkę urządzenia jest tak zaprojektowana, że po rezygnacji z wkładki układ można zmontować na jeden wybrany zakres częstotliwości i wykorzystywać jak normalny odbiornik o bezpośredniej przemianie częstotliwości.

W każdym razie nawet taki uproszczony radiotester może być wykorzystany jako generator w.cz. lub odbiornik umożliwiający (z anteną) odbiór nie tylko stacji amatorskich, ale także profesjonalnych, pracujących telegrafią bądź emisją jednowstęgową i dwuwstęgową; może także pełnić rolę falomierza do skontrolowania np. niepożądanych emisji emitowanych przez domowy nadajnik.

## Jak to działa?

Schemat blokowy urządzenia pokazano na rysunku 1.

Łatwo zauważyć, że mamy tutaj do czynienia z odbiornikiem o bezpośredniej przemianie częstotliwości.

Schemat elektryczny układu z wykorzystaniem trzech popularnych układów scalonych i jednego tranzystora FET pokazano na rysunku 2. Najważniejsze bloki - mieszacz

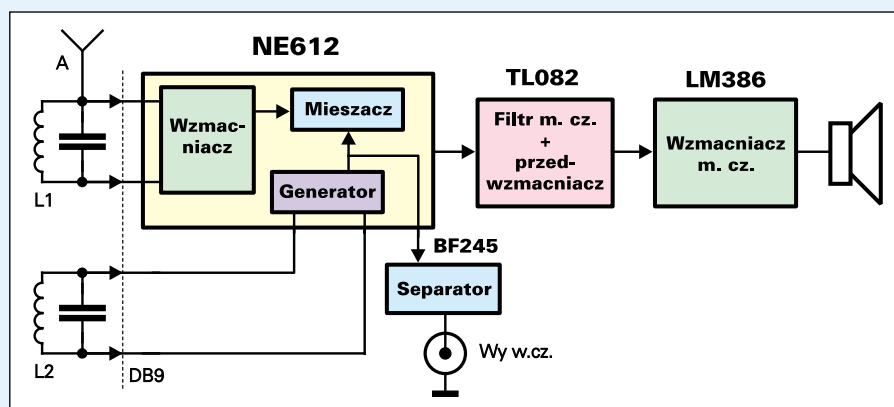
(detektor) oraz generator układu przemiany - wykonano na dość popularnym dzisiaj układzie scalonym NE602 (612). Układy te (NE/SA 602/612) są wykorzystywane m.in. w kilku kitach AVT.

Warto przypomnieć, że w strukturze tych układów znajduje się wzmacniacz różnicowy sterujący mieszaczem zrównoważonym, oscylator/separator i skompensowane termicznie obwody polaryzujące. Ważną zaletą jest niski współczynnik szumów, niski pobór prądu oraz wysoka częstotliwość pracy. Poniżej najważniejsze parametry tych układów:

- maksymalna częstotliwość pracy: 500MHz,
- napięcie zasilania: 4,5...9V,
- typowy pobór prądu: 2,4mA,
- minimalna częstotliwość pracy wewnętrznego oscylatora: 200MHz,
- typowe wzmocnienie przemiany: 14dB (przy 50MHz),
- impedancja wejścia/wyjścia: 1,5kΩ.

Warto wiedzieć, że wejście, wyjście oraz sposób wykonania generatora mogą być realizowane na wiele sposobów (symetrycznie

Rys. 1 Schemat blokowy



i niesymetrycznie). Wejścia w.c.z. NE602 są symetryczne (nóżki 1 i 2 można zamieniać miejscami) oraz już spolaryzowane wewnętrznie - nie powinny być dodatkowo zewnętrznie spolaryzowane stałoprądowo. Wyjścia 4 i 5 są również spolaryzowane wewnętrznie i mogą być bez obawy zamieniane miejscami. W strukturze układu scalonego znajduje się generator, który zapewnia oscylacje w zakresie do około 200MHz z użyciem przestrajanego obwodu rezonansowego.

Przy zakresach pracy powyżej 200MHz należy doprowadzić poprzez kondensator do wyprowadzenia 6 sygnał z zewnętrznego generatora o amplitudzie 200...300mV i częstotliwości do 500MHz.

Zasada działania przedstawionego odbiornika polega na przemianie częstotliwości sygnału doprowadzonego do gniazda antenowego bezpośrednio na sygnał małej częstotliwości. Mieszacz (detektor) na wejściu takiego układu jest sterowany wejściowym sygnałem z anteny i sygnałem z generatora przestrajanego, pracującego w pobliżu częstotliwości odbieranej. W efekcie na wyjściu mieszacza, spośród innych produktów przemiany, występuje również różnica obu doprowadzonych częstotliwości leżąca w pasmie akustycznym. Przykładowo przy częstotliwości generatora 7000kHz sygnały telegraficzne nadawane na częstotliwości 7001kHz dadzą dudnienia o częstotliwości 1kHz i, odpowiednio, sygnały nadawane na częstotliwości 7002kHz - dudnienia o częstotliwości 2kHz, itd. Identyczny efekt wystąpi przy częstotliwości wejściowej 6599 i, odpowiednio, 6598kHz.

Przy odbiorze sygnałów jednowstęgowych SSB trzeba ustawić częstotliwość generatora dokładnie na częstotliwości odbieranej. Na przykład, jeżeli częstotliwość sygnału SSB wynosi 7060kHz, to taka sama powinna być częstotliwość sygnału generatora. W tym przypadku chwilowe wartości częstotliwości odbieranej, występujące w zakresie 7057...7059,7kHz, dadzą dudnienia akustyczne w przedziale 0,3...3kHz. W celu wydzielenia użytecznego sygnału spośród wielu innych sygnałów występujących na wyjściu mieszacza, bezpośrednio po nim stosuje się układy filtrów m.c.z. oraz wzmacniaczy akustycznych o pasmie przenoszenia ograniczonym do wartości 300...3000Hz (w przypadku SSB) lub do wartości około 1000Hz (w przypadku CW). Zamiast programowanych charakterystyk filtrów p.c.z., stosowanych w układach superheterodynowych, w tym przypadku potrzebną szerokość pasma uzyskuje się poprzez programowanie pasma przenoszenia wzmacniacza małej częstotliwości.

Układ ten, zwany także filtrem aktywnym, jest zrealizowany na podwójnym wzmacniaczu operacyjnym. W tym przypadku od charakterystyki przenoszenia i wzmocnienia wzmacniacza m.c.z. zależy, odpowiednio, selektywność i czułość odbiornika.

Pierwszy wzmacniacz operacyjny jest wykorzystany jako przedwzmacniacz m.c.z. sygnałów z wyjścia NE602, zaś drugi wzmacniacz pełni rolę filtru o regulowanej - za pomocą potencjometru - charakterystyce przenoszenia. Dla sygnałów CW szerokość pasma powinna być poniżej 1kHz (w zależności od upodobań operatora), zaś przy sygnałach fonicznych powinna wynosić około

3kHz. Zasada działania takich filtrów wraz z niezbędnymi wzorami do obliczeń była w ostatnim czasie obszernie publikowana na łamach naszego pisma.

Właściwy wzmacniacz małej częstotliwości również jest zrealizowany na popularnym układzie LM386, też niewymagającym komentarza.

Układ modelowy, przedstawiony na zdjęciu, był przystosowany do pasma 40m (7-7,1MHz z niewielkim zapasem). Wybór pasma 40m był podyktowany aktualną potrzebą autora. Poza tym jednopasmowy odbiornik o takim zakresie nie był jeszcze publikowany i nie występuje w ofercie AVT. Warto wiedzieć, że ostatnio dobra propagacja sprzyja pracy radioamatorów i w zakresie 40m słychać wiele stacji polskojęzycznych.

Nic nie stoi na przeszkodzie, aby uruchomić układ na inne interesujące pasmo lub przystosować układ do wymiennych wkładek (patrz tabela).

## Montaż i uruchomienie

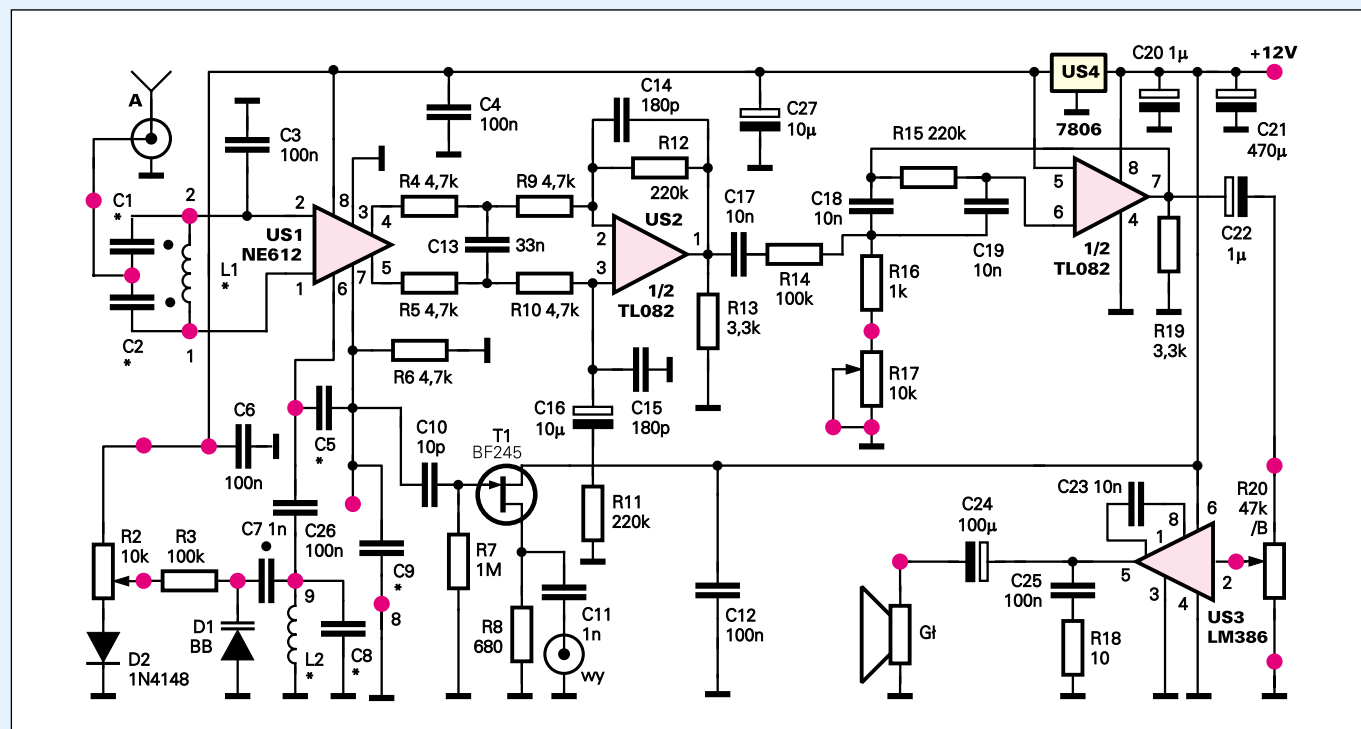
Układ elektroniczny został zmontowany na płytce drukowanej pokazanej we wkładce.

Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na **rysunku 3**.

Dzięki zastosowaniu gniazda DB 9 istnieje możliwość dołączenia potrzebnych wartości LC w celu uzyskania odpowiedniego zakresu pracy. Niestety, im więcej potrzebujemy podzakresów, tym więcej musimy użyć wtyków DB9, do których należy dolutować, według **rysunku 4**, elementy LC.

Jeżeli będziemy wykorzystywali wkładki, to należy zrezygnować z montażu na płytce elementów oznaczonych gwiazdką.

Rys. 2 Schemat ideowy

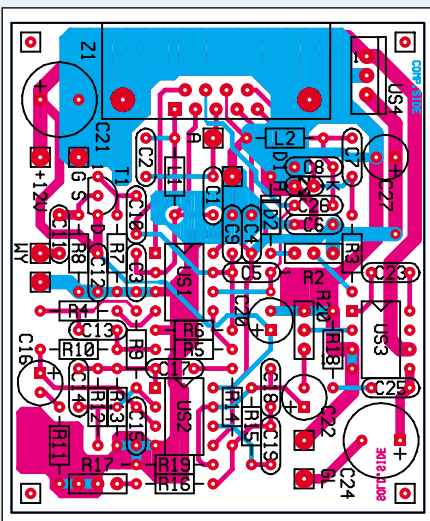


Przedstawiony na zdjęciu modelowy układ jest przystosowany do pracy w pasmie 40m. Ponieważ zakres zmian generatora w tym pasmie mieści się w zakresie 7,0-7,1MHz, można było zamiast występującej w spisie elementów i na schemacie diody pojemnościowej BB139 użyć popularnej i taniej diody BB105.

Urządzenie po zmontowaniu w zasadzie nie wymaga regulacji, chyba że komuś bardzo zależy na uzyskaniu pokrycia innego zakresu częstotliwości bądź przesunięcia zakresu w górę lub dół. Ponadto, w zależności od zastosowanych cewek (dławików), które charakteryzują się odpowiednią tolerancją, może zajść konieczność korekcy wartości kondensatorów.

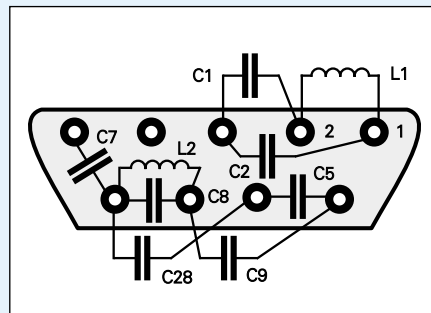
Wyjściowe gniazdo w.cz. umożliwia dołączenie miernika częstotliwości bądź odbiór sygnału generatora, np. do sprawdzenia innego odbiornika czy zdjęcia charakterystyki w.cz. jakiegoś czwórnika, np. filtru w.cz.

Rys. 3 Schemat montażowy



W przypadku większego zainteresowania układem autor gotów jest zaprojektować dodatkowy konwerter, który dołączony w miejsce wkładki zakresowej spowoduje rozszerzenia zakresów pracy CW/SSB na popularne pasma 2m czy 70cm.

Trzeba pamiętać, że radiotester powinien być zasilany napięciem dobrze filtrowanym i stabilizowanym. Przy niezadawalającej filtracji pojawi się charakterystyczny przydźwięk, zaś przy niedostatecznej stabilizacji - dewiacja częstotliwości odbieranego sygnału na skutek zmian częstotliwości generatora.



Rys. 4

Najlepsza jest antena zestrojona na dane pasmo, choć może być wielopasmowa, np. kilka dipoli podłączonych równolegle do kabla, czy specjalne konstrukcje typu W3DZZ, G5RV... Przy użyciu najprostszej anteny w postaci kilkunastometrowego przewodu zawieszzonego między oknem a np. wysokim drzewem też można uzyskać zadowalający odbiór i to nie tylko lokalnych stacji.

Generalnie rzecz biorąc, jakość odbioru na odbiorniku o bezpośredniej przemianie częstotliwości będzie gorsza na wyższych zakresach ze względu na niewystarczającą stabilność częstotliwości generatora w.cz.

Andrzej Janeczek

Pasmo	C1	C2	C5	C7	C8	C9	L1	L2
160m	1nF	3,3nF	220pF	10nF	180pF	180pF	10uH	22uH
80m	150p	680p	150p	10nF	-	150pF	8,2uH	15uH
40m	91pF	470pF	150pF	68pF	-	150pF	4,7uH	4,7uH
30m	91pF	470pF	100pF	15pF	-	100pF	2,2uH	2,2uH
20m	47pF	220pF	47pF	15pF	-	47pF	2,2uH	2,2uH
17m	56pF	270pF	47pF	10pF	-	22pF	1uH	2,2uH
15m	47pF	270pF	33pF	10pF	-	47pF	1uH	1uH
12m	33pF	180pF	33pF	10pF	-	33pF	1uH	1uH
10m	27pF	150pF	22pF	10pF	-	22pF	1uH	1uH
6m	6,8pF	6,8pF	15pF	6,8pF	-	22pF	0,47uH	0,47uH

**Wykaz elementów**

**Rezystory:**

- R2, R17 .....10kΩ/A
- R3 .....100kΩ
- R4, R5, R6, R9, R10 .....4,7kΩ
- R7 .....1MΩ
- R8 .....680Ω
- R11, R12, R15 .....220kΩ
- R13, R19 .....3,3kΩ
- R14 .....100kΩ
- R16 .....1kΩ
- R18 .....10Ω
- R20 .....47kΩ/B

**Kondensatory:**

- C1, C2, C5, C7, C8, C9, C26 .....Tab.
- C3, C4, C6, C12, C25 .....100nF
- C10 .....10pF
- C11 .....1nF
- C13 .....3,3nF
- C14, C15 .....180pF
- C16 .....10μF/16V
- C17, C18, C19 .....10nF
- C20, C22 .....1μF/16V
- C21 .....470μF/16V
- C23 ..10nF (dobrać w zależności od wzmacnienia US3)
- C24 .....100μF/16V
- C27 .....10μF/16V

**Inne:**

- L1, L2 .....Tab.
- DB9
- US1 .....NE 602 (612)
- US2 .....TL082
- US3 .....LM386
- US4 .....7806
- D1 .....BB139 + Tab.
- D2 .....1N4148

**Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2646**